

白皮书
2019-10

IMT-2020
IMT-2020 (5G) 推进组

C-V2X 业务演进白皮书



目录

1 C-V2X业务演进趋势	P1
2 典型的C-V2X演进业务	P4
3 C-V2X业务演进部署推进建议	P18
4 结束语	P21
5 主要贡献单位	P22

1 C-V2X业务演进趋势

1.1 C-V2X业务向更加安全、绿色、智能、协同演进

随着C-V2X及5G技术发展，与之而来的更大数据吞吐量、更低时延、更高安全性和更海量连接等特性，极大地促进了智能驾驶和智慧交通发展。通过“车-路-云”协同，一方面推动智能网联汽车快速发展，提供更安全、更智能的出行方式；另一方面赋能智能路况综合感知、动态协同交通控制等功能，为智能交通发展奠定基础。

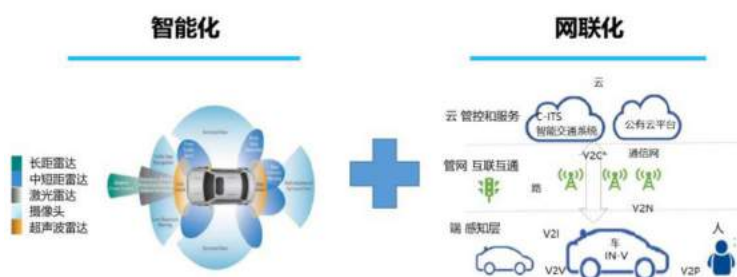


图1.1-1 智能化+网联化成为广泛认可的发展趋势

业界热点逐步从“单车智能”到“车-路并举”，“智能化+网联化”已成为信息通信、汽车、交通、公安等跨行业广泛认可的发展趋势。

随着网络技术的不断发展和智能驾驶、智慧交通等应用需求的升级，C-V2X业务演进在第一阶段基础安全告警和交通信息通知类业务的基础上，逐步从车-路-云协同感知向车-路-云网联协同控制发展，推动C-V2X业务在驾驶安全、交通效率、信息服务这三个方面向着更加安全、协同、智能、绿色演进。

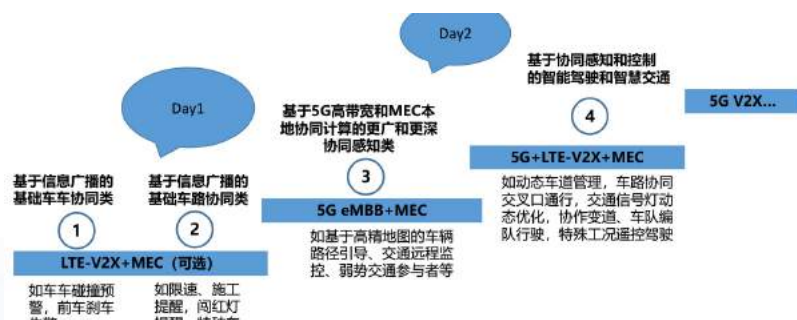


图1.1-2 多种通信技术支持C-V2X业务分阶段发展

1.2 C-V2X业务演进需要跨行业广泛协作

C-V2X业务演进表现出鲜明的跨行业协同特色：一方面需要通信行业提供网联通信以及网联协同智能的支撑、另一方面需要智能交通企业提供道路交通静态、动态状态感知与交通策略及时控制、第三方面需要通信、交通、汽车、自动驾驶平台与应用软件企业等各种数据提供方支持业务流互联互通以及业务数据共享等。随着C-V2X业务的发展，这三个方面不断加深协作的深度和广度。表1.2-1简要列举了业务应用参与方和基础支撑能力之间的供应关系。

表1.2-1 车联网业务参与方能够提供的基础支撑能力

业务应用参与方	网联通信与网联协同智能支撑	道路感知与控制支撑	业务流与数据支撑
通信运营商和供应商	提供基于 C-V2X 和 5G 的“车-路-云”网联通信能力和网联协同智能计算能力（即 MEC 端的计算服务支撑和云端计算服务支撑）		C-V2X 网联相关数据 MEC 业务使能平台相关数据
智能交通企业		提供智能路侧设备 RSU 端的服务能力，包括智能路侧设备结合 MEC 平台提供的本地感知数据处理，制定本地交通策略的能力，智能路侧设备提供的道路交通状态感知能力等	道路以及交通大数据
自动驾驶平台与应用软件企业			算法平台、应用数据平台、业务应用软件等
汽车厂商			汽车总线数据、车载数据服务平台（TSP）

C-V2X业务演进涉及信息通信、汽车、交通、自动驾驶平台与应用软件提供企业等，相关方都有机会根据实际条件提供并发展相应业务。

• 电信运营商与供应商

电信运营商在C-V2X业务的落地中将扮演越来越重要的角色。基于5G+C-V2X+MEC，能够提供端到端网络通信以及车联网业务使能平台，从而为C-V2X业务演进提供协同通信和网联协同计算能力。除此之外，网联相关的数据，MEC业务使能相关的数据也有助于使能更丰富和复杂的C-V2X演进业务。

网络性能及计算能力将直接影响业务应用的支持等级，主要考量指标为通信传输时延、通信吞吐量、连接可用性、通信可靠性、MEC计算能力、MEC支持多应用的能力等。

· 智能交通企业

智能交通企业是车路协同相关应用的重要数据提供方和智慧道路建设和运营方。随着“智慧道路”逐步落地和MEC的引入，智能路侧设备作为C-V2X业务演进的重要载体，与人、车、路、交通数据中心协同，可以提供更加丰富和实时的道路静态和动态数据：例如各种感知信息（摄像头信息、路侧雷达信息、车端信息等）。结合交通管理中心下发的交通管理信息（例如交通管理数据库、交通违章数据库、高速公路管理数据库等）等还能够支持更丰富的安全、效率类业务。

· 自动驾驶平台与应用软件企业

自动驾驶平台与应用软件企业通过自动驾驶平台、应用软件、应用数据等为C-V2X演进业务提供业务应用支撑，为车联网用户的信息交互，应用使用提供平台与工具。算法与软件设计的合理、效率及用户体验将直接决定应用的接受度，自动驾驶平台与应用软件，结合应用层相关数据，与通信网络平台、智慧道路基础设施等紧密结合，有利于推动和挖掘更丰富的C-V2X演进业务。

· 汽车厂商

汽车作为C-V2X演进业务的载体，汽车用户是驾驶安全、交通效率、信息服务三大类的直接使用者。业务应用的有效性与友好性将直接决定汽车销售的市场份额。一方面，汽车总线数据是车车、车路协同应用的基础；另一方面，汽车厂商一般拥有汽车相关数据私有云，可以直接提供C-V2X业务，也可以向第三方应用提供相关数据支持。

上述涉及多源数据有效融合，一方面需要考虑不同的数据源要提供标准的数据接口，另一方面需要考虑数据共享的安全和隐私保护。

2 典型的C-V2X演进业务

2.1 C-V2X演进业务架构

总体业务架构如图2.1-1所示，C-V2X演进业务涉及云端、路侧端和车载端三个领域。其中云端与第三方业务应用的信息中心，为路侧端和车载端发送全局的业务控制、业务共享信息，并存储全局设施、环境、用户、业务信息；路侧端与路侧信号控制器或者边缘服务器相连，收集驾驶、交通环境状态信息，进行路侧决策并发送路侧业务控制到车载端；车载端收集路侧控制信息、全局信息、周边环境信息进行动态感知及实时决策。



图2.1-1 C-V2X演进业务应用架构

2.2 C-V2X演进业务简介

驾驶安全、交通效率、信息服务三大类业务结合车路协同的发展，在C-V2X业务演进阶段（1-3年）将集中在如图2.2-1所示新业务。新业务根据C-V2X网联覆盖范围以及网联智能协同程度的不同，还可以继续细分不同的子场景。



图2.2-1 C-V2X业务演进阶段的新业务

2.2.1 车辆汇入汇出

车辆汇入汇出是指主车（HV）与远车（RV）分别位于匝道入口/出口两侧，HV预备从匝道汇入主道。

- 有路侧单元（RSU）的情况下：RSU广播汇入指令，引导两侧车流通行，HV与RV接收到汇入指令后按指令要求通行；或者路侧单元广播路侧的感知信息，HV与RV接收感知信息后，自行决策进行汇入汇出。

- 无路侧单元（RSU）的情况下：HV和RV通过车车通信互相传递车辆信息，由车载单元自行计算汇入策略并广播汇入指令。

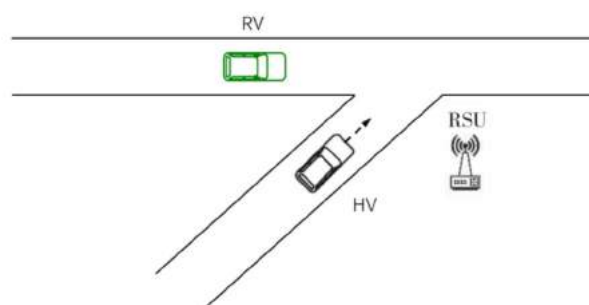


图2.2.1-1 VMC：HV与RV分别位于匝道入口两侧（有RSU）

车辆汇入汇出特别适用于高速公路、快速路等路段的开放道路入口汇入汇出场景，辅助高速公路及快速路管理，在保证安全的前提下，通过选择合理的汇入时间、汇入位置和汇入速度，减少汇入车辆对主线车流的影响，提高高速公路及快速路的匝道处通行效率。

车辆汇入汇出也包括车辆换道行驶场景。

车辆汇入汇出涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	数据交互技术（低延时、高可靠、快速接入）、高精度定位技术、多传感器融合技术
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备
部署条件	<p>目前适用于封闭道路中，但最终将在开放道路中使用。</p> <p>若在开放道路中使用需要满足以下条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 车-路全网联环境； ② 部分车-路网联环境，则必须设有可变信息板或信号灯实施非网联车的驾驶行为诱导。
部署预测	<ul style="list-style-type: none"> ● 1-2 年内完成规模性落地试验及封闭测试场内实验 ● 5 年内在部分智慧高速部分网联环境下，实现全开放道路实现取决于 C-V2X 渗透率增长情况

2.2.2 车辆路径引导

车辆路径引导是指基于云端/服务端、路侧端或MEC平台端，根据出行车辆的需求，基于地图信息、历史信息、车辆实时状态、驾驶人行为信息以及交通基础设施信息、路网交通状态信息、综合感知信息等，预测交通状况，计算出行车辆行驶策略，通过C-V2X网络为出行车辆提供准确、实时、高效的出行路径规划和行驶引导。

车辆路径引导场景可分为全局路径引导和局部路段引导。全局路径引导是指对车辆出行线路的路径规划；局部路段引导是指在某一路段或某一特定场景为车辆提供精细化的速度和行驶车道引导。



图2.2.2-1 全局路径引导

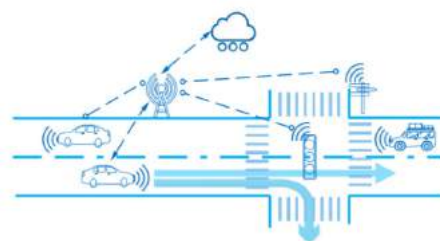


图2.2.2-1 局部路段引导

对于全局路径引导，目前地图服务商、出行服务商已经可以根据收集到的交通大数据来提供服务，并获得了广泛的应用。随着C-V2X和5G通信基础设施的部署和应用，地图服务商、出行服务商可以获得更加精准、广泛的细粒度数据，例如复杂立交桥的垂直位置和行驶信息，因而可以提供更加精准的全局路径引导。

对于局部路段引导，目前地图服务商和出行服务商也可以根据收集到的交通大数据来提供初步的云端引导服务，但是不精准、不及时。随着5G\MEC\LTE-V2X设施的部署和应用，路侧RSU/MEC可以获得更细粒度、更实时的交通流数据，基于路侧RSU/MEC的局部路段引导服务可以做的更精准，使得车道级引导、基于红绿灯信息的车速引导等也能获得广泛应用。目前一些智能网联示范区已经开始提供基于V2X的局部路段引导服务。

车辆路径引导涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	数据交互技术（低延时、高可靠、快速接入）、高精度定位技术、多传感器融合技术、统一地图格式
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备、MEC、5G 蜂窝系统
部署条件	适用于所有道路。局部路段引导更适用于 RSU/MEC 广泛部署的场景
部署预测	全局路径引导已经在广泛应用。V2X 部署完成后，局部路段引导服务预计将获得更广泛的应用。具体时间取决于 RSU/MEC 大规模部署情况。

2.2.3 电动汽车动态路径规划

电动汽车路径规划是指电动汽车（EV）出行时，考虑到电池电量、出发点和目的地位置、充电站（CS）信息、交通路况信息，为电动汽车出行路线、充电行驶路线做出规划以及动态调整。

- 在有智能路侧单元（RSU）的情况下：RSU广播充电站信息，交通路况感知信息，电动汽车通过接收此类信息，更新本地动态地图，由车载单元计算行驶路线；或者电动汽车将本地信息(电池电量、出发点和目的地位置)上传RSU，由RSU为电动汽车计算行驶路线。

- 在没有RSU的情况下：电动汽车通过车车通信互相传递充电站信息和交通路况感知信息，由车载单元计算行驶路线。

- 在有蜂窝网覆盖的情况下：电动汽车也可以通过蜂窝网络向远程服务器获取充电站信息和交通路况感知信息来进行行车路线规划。

电动汽车动态路径规划综合考虑充电站信息和交通路况感知信息进行路径规划，能够减少电动汽车行程时间、充电等待时间，提高道路通行效率、充电站服务能力，缓解电动汽车用户的里程焦虑问题，进一步促进电动汽车在我国的普及。随着城市充电桩、充电站、路侧单元的部署，未来电动汽车动态路径规划具有十分重要的作用。

电动汽车动态路径规划涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	数据交互技术（低延时、高可靠、快速接入）、高精度定位技术、多传感器融合技术、统一地图格式
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备、网联充电桩、MEC、4/5G 通信网络
部署条件	① 充电站、充电桩的部署信息能够共享给应用平台 ② 路侧单元（部分具备边缘计算能力）的部署 ③ 车载单元具有联网、计算和信息存储功能
部署预测	电动汽车动态路径规划综合考虑充电站信息和交通路况感知信息进行路径规划，因此依赖充电站和路侧单元的部署，以及电动汽车车载单元的升级。根据国家对电动汽车的政策和充电桩的现有普及情况，电动汽车动态路径规划应用，在路侧单元部署实施完成后，1-2年内可以完成部署。

2.2.4 基于车路协同的交叉口通行

基于车路协同的交叉口通行是指主车（HV）驶向交叉路口：

- HV向V2X服务器（可以位于云端或者位于边缘）发送车辆行驶信息，V2X服务器根据车辆行驶信息、目标交叉路口的交通信息、其他车辆上报的行驶信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信

息，并发送给HV；

- HV通过路侧RSU获取相关感知信息、其他车辆信息、V2X服务器的云端信息等，自身生成调度信息。
- HV可按照通行调度信息，结合V2X功能感知的、以及其它车载传感器感知的周边环境信息，控制HV通过交叉路口。

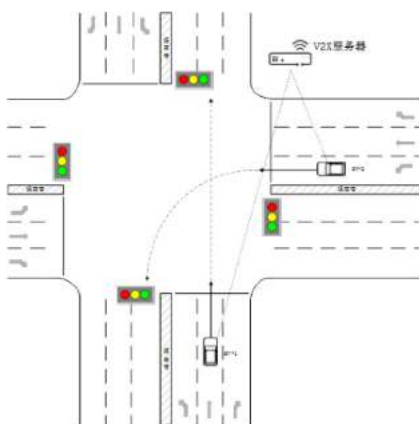


图2.2.4-1 V2X服务器指挥HV通行或停车

基于车路协同的交叉口通行从全局最优的角度为车辆分配入口车道、出口车道、以及引导车速等信息，能够提高通行效率，实现辅助驾驶，为智慧交通管理与控制提供助力。该类应用需要部署智能路侧设备（RSU），车载通信设备等以支持交通基础设施的信息化，交通工具的智能化和网联化，通过边缘计算平台或者云端平台实现智能交通的业务管控和设备管控，形成车-路-网一体化智慧交通体系。

基于车路协同的交叉口通行涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	V2X 通信技术（包括车-车通信、车-路通信）、MEC 边缘计算；
关键设备	具备路侧感知功能的智能路侧设备、智能车载终端、V2X 服务器、MEC
部署条件	<p>① V2X 服务器，能够根据车辆行驶信息、交叉路口的交通控制信号信息、其他车辆上报的行驶信息等综合分析，为车辆提供通过交叉路口的通行调度信息。</p> <p>② RSU 设备，能够实现与车辆的网联通信，同时与 V2X 服务器、MEC 等网元，以及信号灯等基础设施对接。</p> <p>③ MEC 边缘计算功能，能实现车辆、道路、感知等信息的本地化处理。</p> <p>④ 车辆具备网联功能，上行发送车辆状态信息，下行接收 V2X 服务器下发的通行调度信息。</p>
部署预测	本应用在未来 1~3 年内可以在封闭测试场进行落地实验、3-5 年在开放道路测试场进行落地试验。真正形成规模商用与路侧设备建设运营的相关政策，以及车辆网联功能的进一步普及等因素有关

2.2.5 基于实时网联数据的交通信号配时动态优化

基于实时网联数据信号配时动态优化是指车辆通过C-V2X实时上报驾驶相关信息，路口交通信号控制器结合交通、车辆通行等信息进行交叉路口交通信号时长或者信号变化的调整，如果有条件可以结合交通控制中心的背景数据和方案进行优化。

本应用适用于城市及郊区普通道路及公路的信号控制交叉路口、信号控制匝道的入口、干道多交叉路口、区域内多交叉路口等的信号协同控制优化。相对于目前的静态或半静态的交通信号调整，结合C-V2X提供的交通实时感知数据，在网联车与其他常规车辆混合的交通环境下，或者完全联网汽车环境下的实时网联数据信号配时动态优化，在保证安全性的前提下提升信号控制交叉口及匝道交通控制的效率。

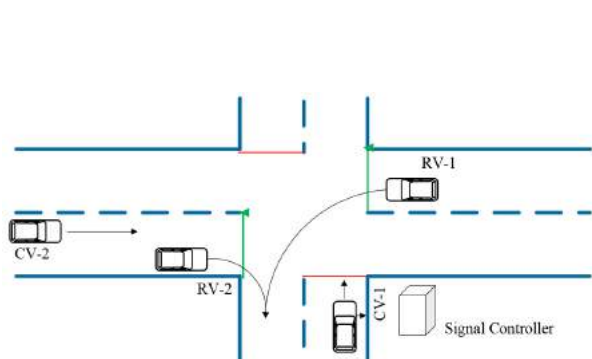


图2.2.5-1 信号控制交叉口

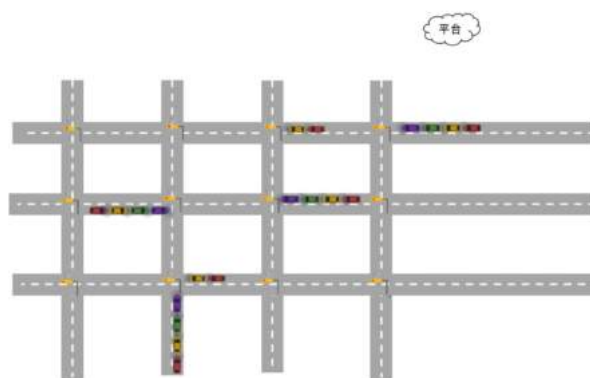


图2.2.5-2 区域信号灯配时动态优化

基于实时网联数据交通信号配时动态优化涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	数据交互技术、多传感器融合技术、交叉口信号控制算法
关键设备	智能车载终端、支持路侧感知功能的智能路侧设备、交通信号控制机
部署条件	要求有网联功能的智能车载单元和路侧单元等基本设施，还要求信号控制厂商开放可调整信号控制参数的接口，交通管理部门开放相关管理权限
部署预测	使用实时网联数据对信号配时动态优化的应用在 5 年内能进行规模性地落地试验。但由于不同厂商的信号机/信号控制系统不同，需要投入大量资金进行系统升级，也需要地方政府政策支持

2.2.6 交叉口动态车道管理

交叉口动态车道管理是针对交叉口的拥堵问题，通过动态划分交叉口处的车道功能，实现对交叉

口进口道的空间资源进行实时地合理分配。

交叉口动态车道管理应用需要的基本系统由智能车载单元（OBU/T-BOX）和智能路侧设备（RSU）实现。智能路侧设备收集车辆的状态数据包括位置、速度、转向等等，实时确定交叉口的各个流向的交通需求，计算合理的车道功能划分结果，并发送给智能车载单元，进而诱导网联车辆行驶至对应车道，该应用通过动态的车道管理提高交叉口的运行效率。

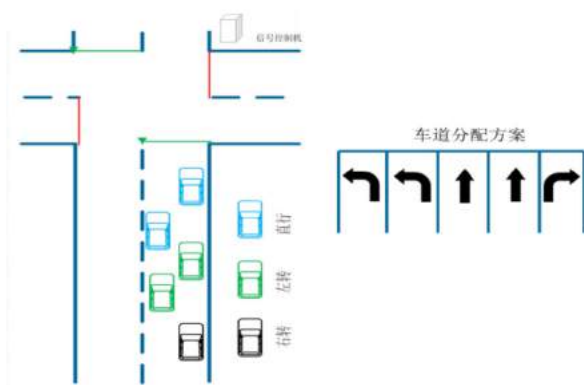


图2.2.6-1 场景示意图

交叉口动态车道管理涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	V2X 通信技术、高精度定位技术、感知融合算法、车道分配算法
关键设备	智能车载终端、支持路侧感知的智能路侧设备、MEC
部署条件	网联车辆和智能路侧设备需具备短程无线通信能力，车辆信息通过短程无线通信传递至智能路侧设备（V2I）；智能路侧设备计算出的车道分配方案通过短程无线通信传输至网联车辆（I2V）。
部署预测	基于车路协同的交叉口动态车道管理的应用在 1-3 年内能进行规模性地落地试验。 全部网联车辆环境下的动态车道管理应用 5 年内可在封闭测试场实现，在开放道路使用取决于网联车辆全面普及时间。

2.2.7 高速公路专用道柔性管理

高速公路专用道柔性管理是指在高速公路上为远车（RV）设置专用车道，RV在专用道行驶时广播当前状态及出清距离或RSU广播路段占用状态；或RV通过向云平台发送行驶规划路径中专用车道出清请求，云端根据RV行驶规划路径，提前对规划路径中的RSU及其他车辆发送出清请求，主车（HV）收到RV、RSU或云平台消息后，若判断自身位于RV的出清距离内，则离开专用道。

专用道柔性管理适用于高速公路、快速路等路段的道路通行管理，以满足紧急车辆的快速通行需求，通过对社会车辆的避让管理产生动态的专用道，改善紧急车辆的行程时间。

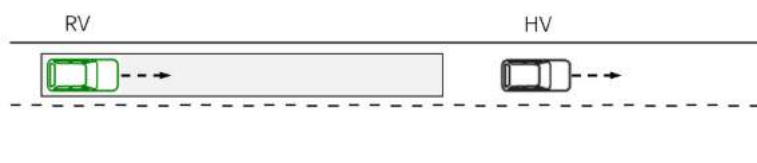


图2.2.7-1 HV位于RV出清范围外

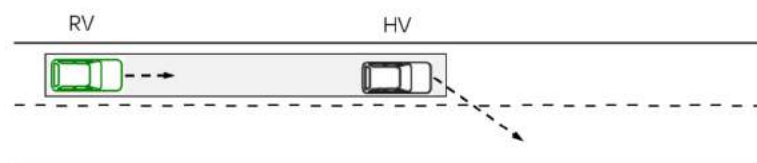


图2.2.7-2 HV位于RV出清范围内

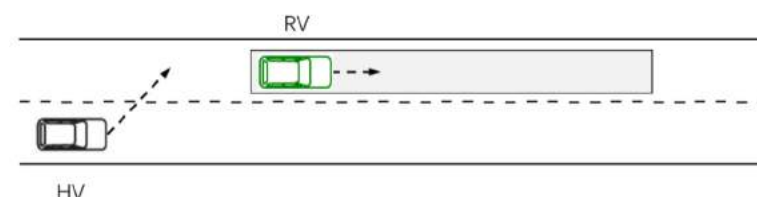


图2.2.7-3 RV超越HV

该应用涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	V2X 通信技术、高精度定位技术
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备
部署条件	HV 和 RV 需具备短程无线通信能力，路段设有远车（RV）专用道，要求所有优先的远车都为网联（自动驾驶）车，其位置信息可以获取
部署预测	1-3 年内进行封闭测试，5 年内规模性落地试验。

2.2.8 编队行驶

编队行驶是通过C-V2X等无线通信技术将同向行驶的车辆进行连接，尾随的车辆可接收到前面车辆加速、刹车等信息，并在最短的时间内做出反应。编队的通信主要包括编队内部车辆间通信和编队

与外部（智能路侧设备RSU或者其他车辆）的通信。当RSU广播道路信息时，可以根据车道方向采用定向或非定向的方式。通常车队头车是自动驾驶等级为L0–L3级别的车辆，跟随车辆是基于实时信息交互并保持稳定车距的自动驾驶L3–L4级别成员车辆。在编队行驶中，列队中靠后的车辆能做出和前面车辆对应的行动。无人驾驶车辆之间的刹车和加速几乎可以同步，远远超过了人类驾驶员的反应时间，从而可以获得更高的安全性和更近的车距。

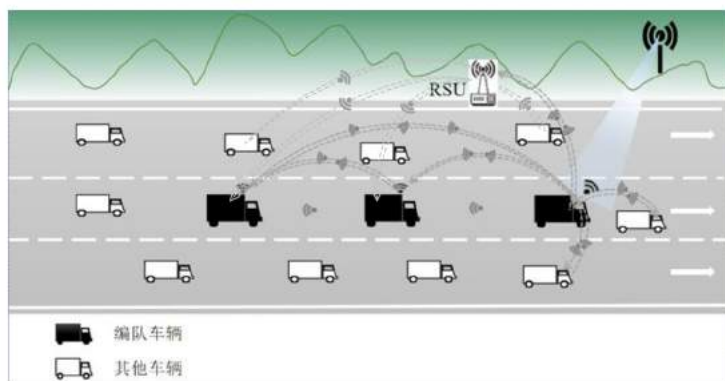


图2.2.8-1 编队行驶场景

编队行驶能减少运输企业对于司机的需求，降低驾驶员的劳动强度，减小车队行驶中的风阻，并且降低车辆油耗。此外，编队行驶可以释放更多车道给其他车辆通行，显著改善交通拥堵并提升运输效率，进一步缓解交通压力。

编队行驶涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	V2X 通信技术、高精度定位技术、融合感知技术、编队行驶算法及平台
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备（可选）
部署条件	需要编队中的车辆具备短程通信能力。 目前该应用适用于半封闭场景中，但最终将在开放道路中使用。 若在开放道路中使用需要满足全网联（自动驾驶）环境；
部署预测	大约 1~1.5 年时间内，L1~L3 级别的同一品牌运营或跨平台车辆的编队行驶规模性落地试验在技术上是可实现的； 全部网联车辆环境下的 L1~L3 级别编队行驶应用 5 年内可在封闭测试场实现，在开放道路使用取决于网联车辆全面普及时间； 更高级别的（L4 或 L5）的编队行驶则可能需要更长的时间。

2.2.9 协作式车队管理

协作式车队管理是指车队的车头从云端及周边车辆获取安全、交通环境、车载传感器等信息，形成车队行驶策略，从而完成整个车队的动态管理，确保车队安全、高效出行。

协作式车队管理适用于在网络覆盖下的城市及郊区道路。该应用能够有效提升车队管理效率，保证车队车头信息获取的全面性，既能够从云端获取基于整体交通状况的行驶建议，又能通过车队内车辆间信息的共享交互实现近距离安全行驶，并且能够实时进行车队内及车队间灵活调控，实现安全与效率的同时提升。

协作式车队管理的主要场景包括车队加入/离开、车队融合/拆分等

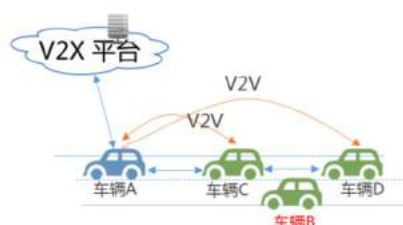


图2.2.9-1 车辆加入或离开车队

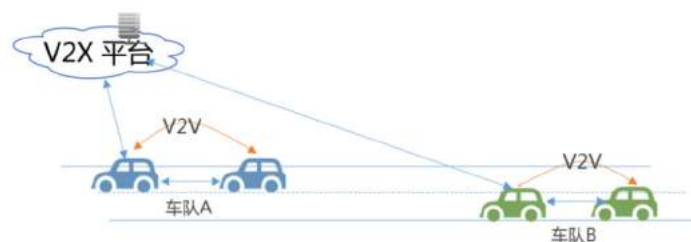


图2.2.9-2 车队融合

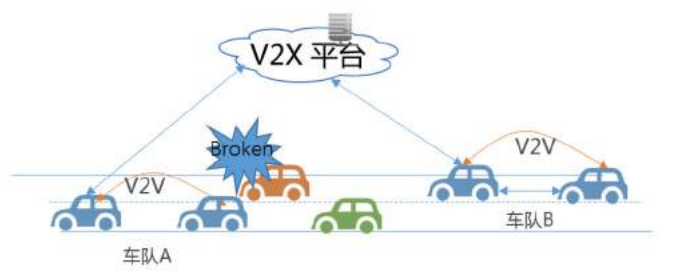


图2.2.9-3 车队拆分

协作式车队管理涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	数据交互技术（低时延、高可靠）、高精度定位技术、多传感器融合、云端核心算法能力
关键设备	智能车载终端、V2X 平台、高精定位系统
部署条件	① 车队车辆均具备短程无线通信能力（Uu 和 PC5），具备感知能力（毫米波雷达、激光雷达和摄像头等） ② 车队领队需具备网络交互能力，即能够接收到云平台下发的信息 ③ 云平台需具备车队管理能力，具有路径规划、行驶建议制定等功能
部署预测	1~3 年内开展落地试验 3~5 年在部分封闭测试场内及具备网联环境的智慧高速实现落地 全开放道路实现取决于 C-V2X 渗透率，自动驾驶车辆成熟度及普及程度，法律法规完善程度等问题

2.2.10 基于车路协同的远程软件升级

基于车路协同的远程软件（OTA）升级是基于V2X OTA平台，在无线网络信号良好时，智能车载设备通过无线网络获取升级包；无线网络信号不良时，智能车载设备通过智能路侧设备（RSU）获取升级包。其中V2X OTA平台，既可以在已有的V2X公有平台基础上扩展，也可以独立部署。智能路侧设备本身可以利用V2N升级，但只能从单一的数据来源获取升级包。

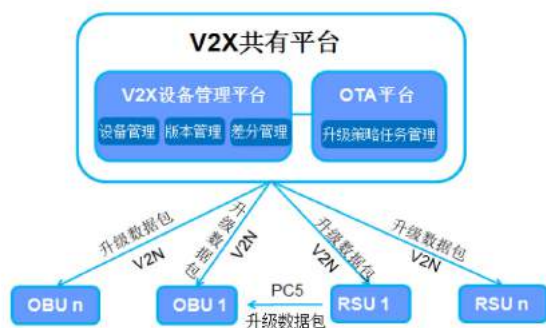


图2.2.10-1 OTA平台业务处理示意图

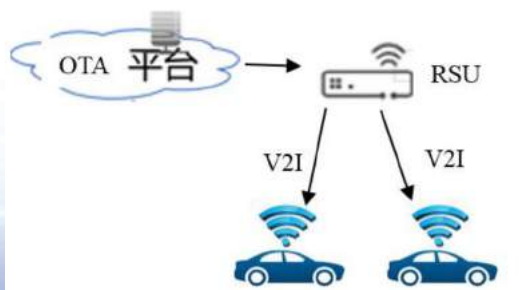


图2.2.10-2 通过RSU获取升级包框图

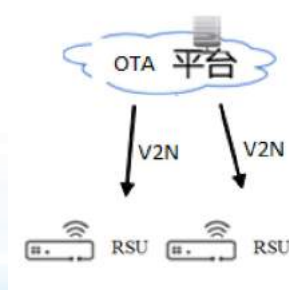


图2.2.10-3 对RSU的远程软件升级

出于安全、效率的角度，OTA是未来智能车载设备OBU/T-BOX、智能路侧设备RSU更新的关键手段，正式量产的所有OBU/T-BOX、RSU都应该支持OTA远程升级功能。目前已经可以商用基于V2N的OTA升级，基于车路协同，需要进一步扩展基于V2I以及I2N的OTA升级。这有利于提高OTA应用的及时、安全与可靠。

基于车路协同的远程软件升级涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	数据交互技术（低时延、高可靠）、高精度定位技术、OTA平台、云端核心算法能力
关键设备	智能车载终端、V2X平台、高精定位系统、OTA平台
部署条件	① HV 需具备 V2X 直联通信能力，同时具备与公有平台对接并获取升级包的能力。 ② 路侧单元（RSU）具备 V2X 直联通信和蜂窝通信能力，可作为路由转发车辆和云端的数据。 ③ 申请升级包的 RSU/OBU 根据自己与自己管理后台制定的安全策略进行升级包完整性校验和安全校验。
部署预测	目前 RSU 以及 OBU/T-BOX 的设计方案中基本上都包含 OTA 功能，但支持基于车路协同的 OTA，需要 OTA 平台的开发和支持，预计 3 年内可以实现部署。

2.2.11 基于车路协同的主被动电子收费

基于车路协同的电子收费是指以车载单元（OBU）作为支付终端，对车辆在道路行驶所产生的费用，以及车主所消费的商品或者服务进行账务支付的一种服务方式。主要包括：

- 主动式：HV通过V2I 的方式将支付请求发送给接收路侧单元（RSU），随后与路侧单元（RSU）建立专用通信链路的P2P 单播会话，完成相应电子支付流程。
- 被动式：路侧单元（RSU）通过I2V 的方式将支付场景（如ETC、交通罚款）的支付服务和活动状态进行广播，随后接入服务的HV 与路侧单元（RSU）建立专用通信链路的P2P 单播会话，完成相应电子支付流程。

基于车路协同，汽车通过车载终端与路侧单元的数据交互，使其成为金融支付终端，具备移动支付和主动支付的能力，在保证支付安全的条件下减少付费时间，有效地提高了付费和车辆通行效率。

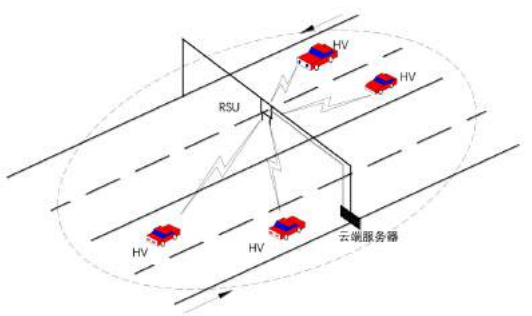


图2.2.11-1 车辆被动收款业务

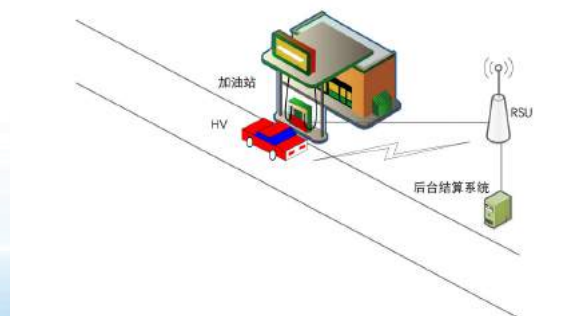


图2.2.11-2 车辆主动付款业务

现有的高速公路收费、停车支付、拥堵收费、充电支付、加油支付、违章罚款等人工支付操作，均可升级通过基于车路协同的主被动电子收费自动完成，有效提高工作效率。在此基础上，面向车路协同、自动驾驶的各种路侧信息服务，还能够进一步结合车路协同的主动电子收费应用，提升用户体验和服务水平，发展新的商业模式。

该应用涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	安全可靠的无线通信技术
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备、计费服务器
部署条件	车 HV 、路侧单元（RSU）需具备短程无线通信能力，可建立专用通信链路的 P2P 单播会话，完成相应电子支付流程。 在支付技术达标同时，需要政策许可，并形成收费实体、汽车用户、金融渠道、第三方监管的完整电子收费体系。
部署预测	被动电子收费以政策推进为主，预计随着 C-V2X 渗透率提升，1~3 年内应用试验； 主动电子收费以市场推进为主，预计随着 C-V2X 渗透率提升，1~3 年内开展应用部署实验。

2.2.12 智能停车引导

智能停车引导是指针对停车场的停车管理系统中存在的车位查找困难、车位状态管理不方便和成本高、停车定位导航不方便、车辆自主代客泊车难度大等问题，结合V2X智能路侧设备、V2X云平台、V2X智能车载终端，实现室外停车库车位状态管理、车位申请与授权、停车导航入库、车位查找、动静态障碍物躲避、泊车路径规划、自主泊车入位等功能。

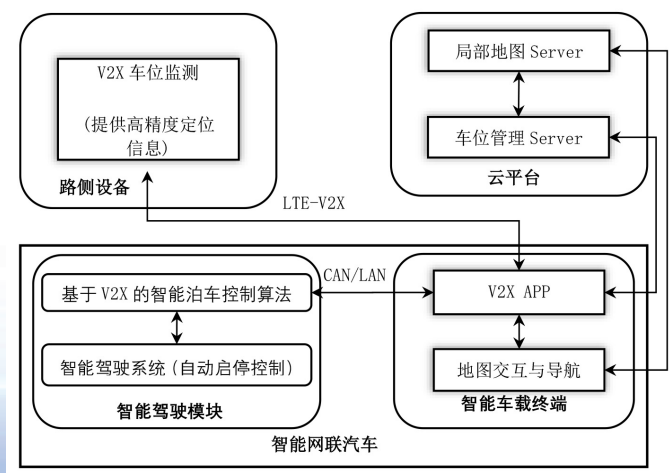


图2.2.12-1 智能停车引导系统原理图

智能停车引导涉及的关键技术、设备、部署条件如下：

关键技术	无线数据交互技术（低延时、高可靠、快速接入）、高精度定位技术、多传感器融合技术
关键设备	智能车载终端、智能路侧设备、智能停车引导云平台
部署条件	<p>目前已经在一些停车场开展测试实验，最终将广泛推广。</p> <p>部署需要满足以下条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 停车场全网联环境； ② 高精度定位系统覆盖停车场，且定位精度<50cm。
部署预测	<ul style="list-style-type: none"> ● 1~2 年内完成规模性落地试验及封闭测试场内实验 ● 5 年内推广。部署规模受限于 C-V2X 渗透率。

3 C-V2X业务演进部署推进建议

基于“车-路-云”协同的C-V2X业务的演进与很多因素有关，其中C-V2X网联通信规模（车路、车路云）、网联智能化（车路协同智能，车路云协同智能）程度是核心影响要素。进一步的，表3-1分析了C-V2X演进业务对C-V2X网联通信规模以及C-V2X网联协同智能化程度的依赖度，由此推演结合C-V2X网联通信规模和C-V2X网联协同智能化发展，C-V2X演进业务的推进建议。

表3-1 C-V2X演进业务对C-V2X网联通信以及网联协同智能的依赖分析

C-V2X 演进业务	车路通信 (路侧感知 +本地中继)	车路通信+MEC(网联 协同智能化)	车路云通信+云平台 (交通中心/业务中 心，网联协同智能 化)	业务类别
车辆汇入汇出	5	5	1	A/B
车辆路径引导	3	5	5	B/C
电动汽车动态路 径规划	3	5	5	B/C
基于车路协同的 交叉口通行	5	5	3	A/B
基于实时网联数 据的交通信号配 时动态优化	3	5	5	B/C
交叉口动态车道 管理	3	5	1	B
高速公路专用道 柔性管理	5	3	5	A/C
编队行驶	5	1	3	A
协作式车队管理	5	1	5	A/C
基于车路协同的 远程软件升级	5	1	5	A/C
基于车路协同的 主被动电子收费	5	1	5	A/C
智能停车引导	5	5	3	A/B

说明：

① 该表格中的数字，代表行所对应的应用对每列不同程度C-V2X网联通信与C-V2X网联协同智能的依赖性。数字从5到1递减：其中“5”表示对应的列支持的能力是行所在应用的必要条件，即对通信和计算能力强依赖，“3”表示对应的列支持的能力，通信能力是必须，计算能力可选，“1”表示对应的列可有可无，通信与计算能力都是可选。

② 上述通信能力是指业务数据的转发能力，包括车-路，车-路-云之间。

③ 上述计算能力包含对业务数据的处理能力，例如感知数据的识别、融合；控制策略的生成等。

④ 业务类别A：该类业务数据需要在车端与路端之间交互，业务数据的处理在车端。

⑤ 业务类别B：该类业务数据需要在车端与路端之间交互，同时业务数据处理在智能路侧设备及边缘计算平台。

⑥ 业务类别C：该类业务数据需要在车-路-云之间交互，同时业务数据处理主要集中在云端平台。

C-V2X演进业务的推进，建议针对上述不同业务类别特征，结合C-V2X网联通信、C-V2X网联协同智能发展的不同阶段，逐步推进。

（1）业务类别A

从技术层面来看，C-V2X网联通信的有效性、可靠性将直接影响这类业务落地部署的质量。但通信体系的完善需要一定的时间周期，目前可在假设通信质量满足有效性和可靠性条件下推演该类业务推进过程。C-V2X网联通信覆盖率体现在智能路侧设备RSU的覆盖率和智能车载终端（OBU/T-BOX）渗透率两方面。

随着C-V2X网联通信覆盖率逐步提升，A类业务推进分为初期，中期和成熟期：

初期：稀疏或无RSU条件，智能车载终端渗透率10%~30%，在支持第一阶段基本辅助驾驶功能和道路安全预警功能基础上，逐步支持例如车辆汇入汇出等C-V2X新业务，可望小幅度提升目前已有辅助驾驶服务和安全预警服务的安全性用户体验。

中期：中等覆盖度RSU条件，智能车载终端渗透率40%~60%，持续支持A类业务，特别是车路协同的交叉口通行、高速公路专用道、编队行驶、车路协同OTA，车路协同电子收费、智能停车引导等相关演进业务，提升交通效率、扩展商业用户体验、发展新业务与商业模式。

成熟期：全覆盖RSU条件，智能车载终端渗透率80%~100%，全面支持A类业务部署，提升驾驶安全和交通效率，实现绿色安全出行。

在上述不同阶段，C-V2X网联通信发展与单车智能发展是互相独立的。如果单车智能无法支持相关业务应用算法和应用数据处理，则需要结合MEC边缘计算平台或者云平台即C-V2X网联协同智能来推进相关业务（即业务类型B）。

（2）业务类别B

B类业务对于C-V2X网联通信仍然是强依赖，一些情况下还需要5G系统大吞吐量的支持。与A类业务最大的不同在于业务数据理由多接入边缘计算平台（MEC）来实施，即C-V2X网联协同智能技术。这类业务，一方面受MEC多接入边缘计算平台部署覆盖率影响较大，另一方面需要该平台作为计算主体具备实时局部信息处理、分享、支持多业务的能力。

MEC的引入初始阶段主要目标在于提升本地/局部业务应用所需信息的有效性和实时性、支持融合感知数据识别与处理、实时本地控制策略制定与分发，促进基于车路协同的C-V2X业务的演进。特别是对于当车端自身计算能力有限的情况下，结合C-V2X网联通信和MEC计算能力的协助，除了支持B类业务，还可能有助于A类业务的快速发展。

进一步的，随着多种感知信息的深度融合，对C-V2X业务的支持将进一步向精细化、全面支持用户的个性需求方向演进；在充分结合本地AI优化、计算优化等技术的支持下，还将进一步影响C-V2X新业务推出方式和发展方向。

MEC作为业务使能平台一方面需要整合通用的使能技术，另一方面需要提供标准接口支持多业务提供方，特别需要注意的是，MEC业务接口标准化是实现规模部署的必要条件。

(3) 业务类别C

该类业务演进不仅需要5G网络的通信支持，还与业务数据云平台之间互联互通的进程密切相关。一方面是业务跨平台的互联互通，另一方面是多数据源的数据共享。

初期：无跨平台互通，以5G网络与C-V2X网联通信获取的相关数据辅助单一云平台，引入提升交通效率为主的业务，例如电动汽车路径动态规划，基于实时网联数据的交通信号动态调整，基于车路协同的远程软件升级等应用。

中期：局部跨平台融合条件，5G、C-V2X等通信网络数据与其他运营数据平台内嵌融合，可提升导航服务和智慧出行服务的用户体验，提升交通效率，进一步引入和深化相关应用，例如车辆路径引导，电动汽车路径动态规划，基于实时网联数据的交通信号动态调整，基于车路协同的远程软件升级，基于车路协同的主被动电子收费等应用。

成熟期：全面跨平台融合条件，5G、C-V2X等通信网络数据平台与官方数据平台和企业数据平台深度融合，可实现道路行驶状态和用户选择倾向的精密评价与预测，全面支持各自交通服务类软件的用户体验升级，节能减排类业务由个体优化逐步发展为全局优化。

综上所述，为了顺利推进C-V2X演进业务，提出如下建议：

一是结合C-V2X和5G网络规模试验与商用，加快车载C-V2X以及智能路侧设备的建设，推进5G和C-V2X网络覆盖，提高C-V2X网联通信覆盖率；

二是推动MEC融合C-V2X的标准化与建设部署，推动C-V2X网联协同智能，使能更加丰富的C-V2X演进业务；

三是加强多部门协同管理，支持跨业务平台在业务、数据的互联互通。

4 结束语

C-V2X业务随着车路协同以及5G的逐步成熟向着更加安全、协同、智能、绿色演进，是汽车、交通、通信、IT与互联网产业跨行业协同的重要发展方向。后续C-V2X业务演进一方面将结合5G+C-V2X网联通信不断增强的广度和深度覆盖，引入更广泛的交通参与者，和更复杂的驾驶工况，例如“弱势交通参与者”的深入研究；另一方面结合人工智能和机器学习、高精度定位等技术，配合高级自动驾驶和道路智能化的发展，加强远程遥控驾驶、特殊工况无人驾驶等新业务的研究；可以预见，随着C-V2X网联通信以及C-V2X网联协同智能在C-V2X业务中发挥越来越重要的作用，其功能安全将面临巨大的挑战。

于此同时，推动C-V2X业务和产业落地，仍有技术、法规、政策、商业模式等问题尚待解决，产业各方应联合起来共同推动产业协同，结合C-V2X和5G商用节奏，加速国内车联网的发展与落地。

- 加强标准研究，促进产品研发。加快对增强业务场景的细分场景、主要技术要求、应用层数据交互需求研究，加强相关标准研究，促进新业务与测试场景库的协作，促进相关产品研发，指导相关基础设施建设。

- 加强安全保障，促进持续发展。在关注业务演进的同时，关注新业务对通信安全、信息安全、功能安全等方面的新要求，完善安全防护能力，加强数据安全与身份可信认证。

- 加强统筹协调，促进行业发展。加快车联网应用推进路线图的制定，找准应用落地切入点与发展路径，分步实施，明确各阶段优先实施的典型业务需求，促进行业协调有序发展。

5 主要贡献单位





联系方式
电话: +86-10-62300164
邮箱: imt2020@catr.cn

COPYRIGHT© 2019IMT-2020 (5G) PROMOTION GROUP.
ALL RIGHTS RESERVED.

